

RESULTADO FINAL

Abajo se observa la iluminación interior y el nuevo pavimento, una vez finalizadas las obras.



CATEDRAL DE SANTO DOMINGO DE LA CALZADA (LA RIOJA)

UN SUELO ACOGEDOR PARA EL DESCANSO DEL PEREGRINO

La celebración de la muestra 'Pecado, Penitencia y Perdón' motivó el acondicionamiento de este templo riojano. Una actuación que consistió en la rehabilitación del solado y la incorporación de suelo radiante y piedra arenisca.

texto y fotos _ José Manuel González Martín (Dr. Arquitecto Técnico)

**ROMPEJUNTA**

Detalle del acabado apomazado, colocado siguiendo un patrón a rompejunta.

EN LOS AÑOS SETENTA, EL PAVIMENTO ORIGINAL SE TAPÓ CON UNA CAPA DE 7 CM DE HORMIGÓN PULIDO

En los últimos años, los grandes templos catedralicios se han convertido en contenedores culturales, sumando a la más que ingente cantidad de obras artísticas que atesoran en sus naves y capillas, las añadidas por exposiciones temporales que muestran al mundo manifestaciones culturales –religiosas en su mayor parte– que, por encontrarse en localizaciones más modestas de la que pueda ser una sede episcopal, pasan desapercibidas para el público. Para dar a conocer las obras de su entorno regional, La Rioja planteó la exposición *La Rioja Tierra Abierta* en espacios como la Catedral de El Salvador, en Santo Domingo de La Calzada. Para su IV edición, y coincidiendo con el noveno centenario de la muerte de Santo Domingo de la Calzada, la sede elegida para la muestra (con el título de *Pecado, Penitencia y Perdón*) fue esta misma catedral, situada en el Camino de Santiago y que es preciso acondicionar para acoger un acontecimiento de estas características.

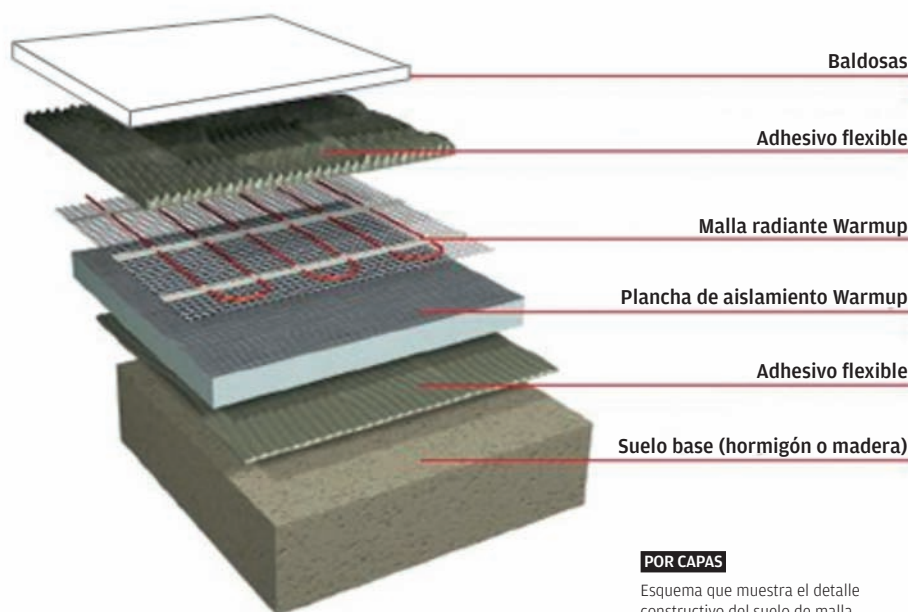
Pavimento deteriorado. El pavimento original de la catedral era de losetas de piedra arenisca, de apro-

ximadamente 10 cm de espesor, la misma piedra de la que está hecha la totalidad del edificio. En la década de los años setenta del pasado siglo XX, y como consecuencia de su alto grado de deterioro, se optó por tapar el pavimento original con una capa de 7 cm de hormigón pulido. El mal estado se debía a roturas de la piedra, meteorizaciones, desprendimientos, costras, eflorescencias y diversas manchas de humedad. Esta solución se adoptó por su bajo coste y su rapidez de ejecución, realizando sobre este hormigón vertido unas marcas que imitaban el despiece de las losas originales.

Con el paso de los años, este pavimento de hormigón se ha deteriorado y han aparecido grietas, desconchados y parcheados, presentando, incluso, diversos niveles. A estos desperfectos se suma el hecho de que la catedral no disponía de un sistema de acondicionamiento climático eficiente, bajando las temperaturas en invierno hasta los 4°C.

Problemas de luces. Además, el alumbrado existente era deficiente, con diversas luminarias añadidas en arcos, así como en pilares, en el coro, en las capillas, en el presbiterio, en la galería deambulatorio y en la capilla románica. Cada una de estas luces se correspondía con diferentes épocas, y resultaban ser totalmente ineficaces y energéticamente ineficientes.

Aprovechando el proyecto de rehabilitación del solado, se acomete la adecuación de las luminarias, dado que ambas actuaciones se complementan en el tiempo y el espacio físico. Así, se ha desarrollado un proyecto respetuoso con la singularidad del edificio y con su uso como espacio público de culto y cultural, integrando los diferentes tipos de luz: luz histórica (aquella que el tiempo ha ido eliminando, pero que forma parte de la imagen y percepción del edificio), luz litúrgica (aquellas que, en ocasiones especiales, sirve para la celebración de las liturgias) y, por último, luz museística (la que ayuda a ver los retablos y las pinturas).

**POR CAPAS**

Esquema que muestra el detalle constructivo del suelo de malla radiante de Warmup®.

APROVECHANDO LA REHABILITACIÓN DEL SOLADO, TAMBIÉN SE ACOMETE LA ADECUACIÓN DE LAS LUMINARIAS

MALLA RADIANTE

En la imagen se observan varias de las capas necesarias para ejecutar este tipo de pavimento.

➤ **Conservar lo existente.** Dado que el pavimento de hormigón realizado en los años setenta se encontraba en un estado de nivelación óptimo, se opta por la conveniencia de su conservación, aprovechándolo para asentar el nuevo pavimento. Previamente, sobre él se realizan una serie de rozas que permitan la circulación de las nuevas canalizaciones a disponer (calefacción, cableados de instalaciones eléctricas, megafonía, etcétera), no generando alteración alguna sobre la homogeneidad del nuevo pavimento previsto a colocar. La solución para la pavimentación de la catedral de Santo Domingo consiste en un suelo conocido como de malla radiante PFM Warmup®, que permitirá calefactar las estancias en

las que se coloque. Se ha actuado sobre una superficie total de, aproximadamente, 980 m², siendo el consumo nominal a pleno funcionamiento de unos 1.000 kw.

Una vez colocados los tubos de las canalizaciones eléctricas sobre las rozas realizadas, de aproximadamente 30 cm de anchura por 7 cm de profundidad, se ponen unas placas de aislamiento rígido de poliestireno extrusionado, con unas dimensiones de 1.250 mm de longitud, 600 mm de anchura y espesor de 10 mm. Cada una de estas planchas cubre una superficie de 0,75 m², y servirá para minimizar la pérdida de calor y asegurar tiempos de calentamiento menores. Las placas se unen mediante cinta de fibra de vidrio y pueden resistir cargas



**AHORRO**

Al sectorizar las estancias de cada área, se puede calentar de forma independiente.

de hasta 30 toneladas por metro cuadrado, siendo la conductividad térmica (en $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{w}$) de 0,28 y la reacción al fuego B1.

Malla radiante. Posteriormente, se coloca la malla radiante Warmup®, compuesta por elementos calefactores mediante electricidad de 2 mm de espesor, formados por un núcleo dual de multifilamentos protegidos por un resistente trenzado de toma de tierra. Este trenzado se integra en dos capas de un avanzado aislamiento de fluoropolímero, que se distribuyen uniformemente adheridas en forma de onda sobre unas mallas de fibra de vidrio en cuadrículas aproximadas de 1 m^2 . Su instalación es muy rápida: basta con ir desenrollando la

red de fibra de vidrio. La tensión nominal de trabajo debe ser de 230/240 V, tanto en corriente continua como alterna, con una potencia de 100 a $150 \text{ W}/\text{m}^2$. El espesor completo de la malla es de entre 3 y 3,5 mm.

Una vez extendida la malla sobre la estancia a calentar, se instala una derivación con fusible DCR que suministra la alimentación al termostato y a la malla radiante. En este momento, se coloca un sensor de temperatura desde el temporizador-termostato hasta el suelo, introduciéndolo a la misma altura que los elementos calefactores, fijándolo con cinta aislante.

Uno de los pasos más importantes a la hora de instalar la red PFM es el proceso de prueba. Hay que asegurarse siempre de que se ha probado la malla radiante antes, durante y tras la instalación, utilizando un multímetro digital con un rango de 0 a 200.000 ohmios para realizar las pruebas.

**CANALIZACIONES**

Detalle de la roza en el pavimento, realizada durante los años setenta.

Áreas calientes. En la Catedral del Salvador se han sectorizado los circuitos de calefacción, creando áreas de, aproximadamente, 40 m^2 , lo que permite una independencia de las diferentes zonas de uso para su puesta en funcionamiento, según las necesidades que, en un edificio de estas características, son muy cambiantes. A continuación, sobre la red se aplica un revestimiento fino, autonivelante y flexible que permita las dilataciones y evite acciones provocadas por el nuevo sistema de calefacción. El espesor medio aproximado que se ha ejecutado es de unos 2 cm, dejando el soporte listo para recibir el revestimiento de piedra.

Seguidamente, se sitúa el revestimiento definitivo del pavimento, un enlosado de piedra arenisca LUNA® con acabado apomazado en espesores de 2 cm, colocado siguiendo un patrón a rompejunta, mediante un mortero pinaflex® de cemento tixotrópico de alto rendimiento y alta adherencia, fabricado con un alto contenido de resinas sintéticas que mejoran la trabajabilidad, la retención de humedad y la adherencia del material. Las características físicas de este tipo de

SE DECIDE
PAVIMENTAR
CON UN SUELO DE
MALLA RADIANTE
QUE PERMITA
CALEFACTAR LAS
ESTANCIAS

- composición en piedra son similares a la tipología de la piedra empleada en la construcción de la catedral. Se trata de una piedra arenisca de tonalidad gris claro y homogénea. Se clasifica como sedarenita. Los ensayos técnicos se corresponden con la tabla.

Sin humedades. Para solucionar los problemas de las altas humedades por capilaridad, se diseña un pavimento en áreas de, aproximadamente, 6 x 4 m² dentro de las cuales se efectúa el despiece a rompejunta, conformando unas juntas de dilatación y retracción realizadas con perfil de PVC de 3 cm de altura, con huecos que permiten el paso del aire tanto en horizontal como en vertical. La piedra se coloca con una junta de 3 mm que, después, se rejunta con pasta del mismo color de la piedra. Para no tapar partes de las basas de los pilares -una condición prescrita por Patrimonio- se realiza un fo-seado perimetral alrededor de ellos, mediante unas pletinas de acero. El pavimento se separa unos 5 cm mediante un mortero flexible autonivelante de color oscuro, así como en todos los perímetros de los muros de las naves, acción que favorece la recirculación de corrientes de aire para evitar humedades por capilaridad. Para finalizar, se realizan dos tratamientos sobre la piedra: el primero, con un consolidante Soliroc®, solución acuosa incolora cuyos componentes provocan por reacción química una mineralización y endurecimiento que incrementará la resistencia a flexión de la piedra. El segundo es un antimanchas Oleoroc®, que es una solución compuesta por



ACABADO

Aplicación de piedra arenisca sobre el nuevo pavimento.

Ensayos Técnicos de la piedra arenisca LUNA® [4]

Densidad aparente	UNE-EN 1936:2007	2.250 kg/m ³
Porosidad abierta	UNE-EN 1936:2007	12,1 %
Resistencia a flexión	UNE-EN 12372:2007	8,1 MPa
Resistencia a compresión	UNE-EN 1926:2007	41 MPa
Absorción de agua a presión atmosférica	UNE-EN 13755:2008	6,5 %
Resistencia a la abrasión	UNE-EN 1341:2002	24,0 mm
Heladicidad: Resistencia a la flexión tras 12 ciclos	UNE-EN 12371:2011	5,7 MPa
Heladicidad: Resistencia a la flexión tras 48 ciclos	UNE-EN 12371:2011	5,5 MPa
Resistencia al choque térmico. Variación de masa	UNE-EN 14066:2003	-0,05 %
Carga de rotura para anclajes. Ensayo tecnológico	UNE-EN 13364:2002	800 N
Carga de rotura para anclajes. Ensayo de identificación	UNE-EN 13364:2002	850 N
Resistencia al deslizamiento en seco / en húmedo	UNE-EN 14231:2004	76/70 USRV
Capilaridad	UNE-EN 1925:1999	141 g/m ² · s ^{0,5}



resinas con disolventes para proteger la piedra frente a posibles agresiones en su uso diario, no alterando el color ni la textura del material.

Reducción de costes. La elección de este sistema permite reducir los costes en cuanto a gestión de residuos. No hizo falta eliminar el pavimento de hormigón pulido, evitando los costes de demolición del mismo. Se trata de un sistema de rápida ejecución (reducción de costes de mano de obra), que no exige ningún tipo de trabajo posterior de mantenimiento, facilitando su puesta en servicio en el día a día. Además, se ha preservado intacto el pavimento de losas areniscas originales, permitiendo su recuperación futura.

La ejecución de un sistema de calefacción de malla radiante reduce las humedades, elimina las manchas de polvo y seca los suelos con rapidez permitiendo su limpieza más rápida. Este sistema distribuye el calor de forma rápida, eficaz y cómoda, alcan-

zando la temperatura de confort elegida en menos tiempo que si se tratase de un sistema de calefacción por agua. A diferencia de otros, el sistema de malla radiante es prácticamente 100% eficiente desde su puesta en marcha. Además, el hecho de sectorizar todas las estancias en cuadrículas de, aproximadamente, 40 m², hace que, a través de los distintos programadores, se puedan calefactar las diferentes áreas de forma independiente y, dentro de cada área, los diversos sectores en los que se ha dividido el circuito, permitiendo de esta forma una adaptabilidad casi completa a las necesidades de uso cambiante de un edificio de estas características.

Instalación eléctrica. Se han eliminado los elementos de iluminación que habían aparecido en los últimos años, cables vistos y falsos históricos. La canalización eléctrica se coloca bajo el nuevo pavimento, de manera que no afecta al sistema calefactor de

LA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA SE COLOCA BAJO EL NUEVO PAVIMENTO

malla radiante, que queda distribuido de un modo uniforme. Los focos que alumbran paredes, columnas y techos se han empotrado en el nuevo pavimento de losas areniscas, generando una luz tenue que se asemeja a la luz natural. En capillas y pasillos se instalan unos báculos diseñados para la ocasión, que incorporan la luz de fluorescencia para iluminar de forma general y focos orientables para destacar las obras de arte. Las luminarias se controlan de forma centralizada mediante un sistema informatizado que permite definir distintas escenas de iluminación, programables para cada situación de uso de la catedral. ■

FOSEADO PERIMETRAL

Para no tapar partes de las basas de los pilares, se realiza un foseado perimetral alrededor de ellos mediante pletinas de acero. De esta forma, el pavimento se separa unos 5 cm mediante un mortero flexible autonivelante.